

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

Д.И. Кофман, к.т.н., проф.,
М.М. Востриков, д.т.н., ЗАО «ТД Турмалин»

Во многих работах, освещающих «мусорные проблемы», все чаще стали звучать доводы тех, кто наконец-то осознал, что термическое уничтожение отходов (сжигание) является сегодня реальной альтернативной захоронению в части экологии и экономики. Однако в настоящее время почти все уверены в том, что панацеей от всех бед и желанным решением существующей проблемы утилизации отходов является их отдельный сбор и переработка.

На первый взгляд, это действительно так. Надо только изготовить несколько десятков тысяч красных, синих и зеленых контейнеров, потом заполнить одни из них бутылками, вторые – макулатурой, третьи – пищевыми отбросами, и дело сделано. Правда, надо еще построить сотни предприятий для переработки этих отходов и превратить их в качественную продукцию, а также научить граждан собирать и сортировать свой мусор. Но если бы все было так просто! Но почему-то эту проблему до сих пор не могут решить ни в законопослушной Европе, ни в Америке.

А так ли целесообразна и безальтернативна проблема переработки отходов? Давайте оценим ее пока только с экологической стороны и для этого проанализируем работу двух предприятий по переработке наиболее массовой продукции: по переработке макулатуры и изготовлению из нее бумаги (картона) и по производству изделий из вторичного сырья, полученного при переработке полимеров.

Как в первом, так и во втором случаях основой производства, кроме перерабатываемого материала, является тепловая и электрическая энергия, которая в подавляющем количестве случаев вырабатывается в котельных либо на электростанциях. В табл. 1 приведены данные, характеризующие выбросы угольных и газомазутных электростанций США по

семи основным токсикантам: SO_2 , NO_x , HCl , HF , Ag , Cd , пыли [1].

В табл. 2 выполнен пересчет выбросов загрязняющих веществ на единицу сжигаемого топлива (тепловой и электрической энергии), используя формулы:

$$\begin{aligned} A &= K \times 4,19 \times 10^{-6} \theta; \\ B &= K \times 3,6 \times 10^{-3}; \\ V &= K \times 1,94 \times 10^{-2}; \end{aligned}$$

где A – выбросы на единицу сожженного топлива (г/кг);

B – выбросы на единицу тепловой способности (г/кВт_т);

V – выбросы на единицу произведенного электричества (г/кВт_э);

K – выбросы на единицу тепловой способности (г/ГДж);

θ – калорийность топлива (Ккал/кг).

С учетом произведенных расчетов для определения действительной величины выбросов перерабатывающих предприятий необходимо к выбросам, связанным с самим технологическим процессом переработки, прибавить еще выбросы электростанций, величина которых пропорциональна величине затрачиваемой тепловой и электрической энергии на переработку отходов в продукцию.

Представленные в работе [2] данные показывают, что на производство тонны бумаги из макулатуры затрачивается 15,2 т воды, выбрасывается в атмосферу 20 кг Cl и SO_2 (вследствие

применения химикатов NaClO и NaHSO_2), затрачивается 0,45 т пара и 0,5 кВт электроэнергии. С учетом этих данных, а также данных из табл. 1 нетрудно подсчитать, что суммарные выбросы, приходящиеся на изготовление тонны бумаги, составят более 20 кг, или, точнее, 21 г выбросов на килограмм произведенной макулатуры.

С точки зрения экономики, вероятно, это очень выгодный процесс, но с точки зрения экологии – это запредельные величины, и такие производства

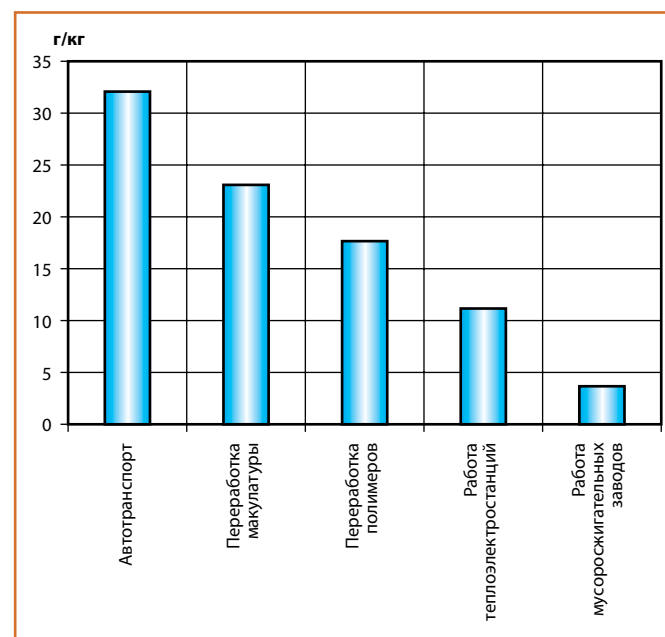


Рис. 1. Удельные выбросы загрязняющих веществ (г/кг), образующихся при работе автотранспорта, теплоэнергетики, переработке и сжигании отходов

Выбросы загрязняющих веществ на единицу теплотворной способности г/Гдж

| Типы электростанций | Наименование выбросов | | | | | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------------|-----|------------------------|------------------------|-------------------------|------|-----|
| | SO ₂ | NO _x | HCl | Pb | Ag | Cd | Пыль | Σ |
| Угольные | 452 | 194 | 17 | 2,6 × 10 ⁻³ | 2,6 × 10 ⁻³ | 1,9 × 10 ⁻³ | 30 | 690 |
| Газомазутные | 215 | 190 | – | – | – | 1,15 × 10 ⁻³ | 9 | 415 |

Таблица 1

Выбросы загрязняющих веществ на единицу топлива (тепловой и электрической энергии)

| Выбросы | Угольные электростанции | | | Газомазутные электростанции | | |
|-----------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------|
| | г/кг масса | г/кВт тепло | г/кВт электроэнергия | г/кг вес | г/кВт тепло | г/кВт электроэнергия |
| SO ₂ | 7,57 | 1,62 | 6,48 | 6,3 | 0,77 | 3,1 |
| NO _x | 3,25 | 0,69 | 2,76 | 5,5 | 0,68 | 2,72 |
| HCl | 0,28 | 0,06 | 0,24 | – | – | – |
| пыль | 0,50 | 0,10 | 0,4 | 0,29 | 0,036 | 0,14 |
| Pb | 43 × 10 ⁻⁶ | 9,3 × 10 ⁻⁶ | 3,72 × 10 ⁻⁵ | – | – | – |
| Ag | 43 × 10 ⁻⁶ | 9,3 × 10 ⁻⁶ | 3,72 × 10 ⁻⁵ | – | – | – |
| Cd | 31 × 10 ⁻⁶ | 6,8 × 10 ⁻⁶ | 2,72 × 10 ⁻⁵ | 33,7 × 10 ⁻⁶ | 4 × 10 ⁻⁶ | 16 × 10 ⁻⁶ |
| Σ | 11,7 | 2,48 | 9,88 | 12 | 1,49 | 5,96 |

Таблица 2

Выбросы загрязняющих веществ (г/кг) при изготовлении изделий из макулатуры и полимеров

| Фракции отходов | Выбросы | | | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|------|-----|------------------------|------------------------|-------------------------|------|
| | SO ₂ | NO _x | HCl | Cl | Pb | Ag | Cd | Пыль |
| Макулатура | 11,5 | 0,22 | 0,02 | 9,5 | 0,1 × 10 ⁻⁵ | 0,1 × 10 ⁻⁵ | 0,08 × 10 ⁻⁵ | 0,13 |
| Полимеры | 10,3 | 5,9 | 0,5 | – | 7 × 10 ⁻⁵ | 7 × 10 ⁻⁵ | 5,8 × 10 ⁻⁵ | 1,16 |

Таблица 3

должны быть немедленно ликвидированы либо коренным образом модернизированы с помощью установки мощной системы газоочистки, не уступающей по качеству газоочистке мусоросжигательных заводов.

Аналогичным образом можно показать, что при переработке полимеров для производства парниковой и упаковочной пленки (полиэтилена высокого давления) необходимо затратить электроэнергию [3]:

- на агломерацию – 0,3 кВт/кг;
- на измельчение – 0,5 кВт/кг;
- на литье – 1 кВт/кг.

Для изготовления тары, труб, игрушек, волокна (полипропилен) необходимо затратить следующее количество электроэнергии:

- на агломерацию – 0,45 кВт/кг;
- на измельчение – 0,25 кВт/кг;
- на литье – 1,35 кВт/кг.

Для изготовления бутылок и пищевой упаковки (полиэтилентерефталат) требуется:

- на измельчение – 0,35–0,4 кВт/кг;
- на сушку – 1,3–1,4 кВт/кг;
- на литье – 1–1,2 кВт/кг.

В среднем затраты электрической энергии для переработки отходов полимеров в необходимую продукцию составляют около 2,15 кВт/кг, что соответствует 17 г выбросов на 1 кг продукции (табл. 2). Приведенные цифры – несколько ниже, чем в случае изготовления бумаги и картона из макулатуры, но развенчивают миф об экологической «чистоте» переработки.

Единственным утешением экологам может служить лишь уверенность в том, что данные выбросы могут быть ликвидированы с помощью применения известных методов газоочистки и что сам технологический процесс протекает и контролируется в санитарно-защитной зоне, а выбросы, образующиеся в ТЭК, очищаются надлежащим образом.

В табл. 3 приведены данные, характеризующие выбросы основных загрязнителей атмосферы при производстве самых массовых изделий из макулатуры (картона) и полимеров. Используя эти данные и результаты работ [4], можно получить достаточно точное представление о реальных вы-

бросах основных токсических веществ в атмосферу и оценить их влияние на экологию окружающей нас среды (рис. 1). Удельные выбросы загрязнителей атмосферы, представленные на рисунке, дают количественное представление об экологическом совершенстве основных производственно-технологических процессов, сопровождающих нашу повседневную жизнь, и указывают на задачи, которые должны быть решены в первую очередь. В России объем образования отходов картоно-бумажной упаковки составляет 1–1,2 млн т, а объем использования макулатуры – около 500 тыс. т. При переработке макулатуры в атмосферу выбрасывается более 10 тыс. т Cl и SO₂. При этом основная масса загрязнителей «падает» на Санкт-Петербургский КПК, Набережно-Челнинский КБК, Ступинский КПК, Майкопскую «Картонотару», Светогорский ЦБК.

Что же касается автотранспорта, то больше всех достается Москве, Санкт-Петербургу и еще 3–4 городам-миллионикам, так как выбросы, приведенные на рис. 1, подсчитаны для среднескоростного пробега – 60 км/ч. При заторах эти данные более чем удваиваются, и загрязнители (CO и NO_x) достигают в Санкт-Петербурге около 50 тыс. т в год. Как ни странно, эталонным и примером газоочистки являются МСЗ. Причина такого положения – жесткие нормы выбросов, предъявляемые к мусоросжиганию зарубежным и отечественным законодательством.

Из приведенных в данной работе материалов видно, что переработка отходов является далеко не идеальной отраслью производств, обеспечивающих поддержание допустимых экологических норм. ♻️

ЛИТЕРАТУРА

1. Темелис Н.Дж. Электростанции на мусоре и угле: чьи выбросы чище / Н.Дж. Темелис // ТБО. 2007. № 6.
2. Десяткова К.С. Способы переработки макулатуры / К.С. Десяткова // ТБО. 2007. № 6.
3. Ресурсосберегательные технологии. Экспресс-информация ВНИИТИ. – М., 2004. № 12.
4. Кофман Д.И. Еще раз об отходах / Д.И. Кофман, А.Д. Чарнецкий, М.М. Востриков. – Издательский дом «Гранд», БЕРГ. 2008. № 2.